

PENGKLASIFIKASIAN LULUSAN JURUSAN TEKNIK ELEKTRO BERDASARKAN NILAI IPK DENGAN METODE FUZZY CLUSTERING

M. Rodhi Faiz

Abstrak: Mengukur tingkat keberhasilan lulusan dari sebuah perguruan tinggi bisa dengan melihat tinggi IPK dan lama studi. Artikel ini bertujuan untuk memberikan suatu metode analisis data yang digunakan dalam pengklasifikasian lulusan D3 pada jurusan Teknik Elektro UM sesuai dengan IPK dan lama studi. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah Fuzzy clustering dimana metode ini termasuk dalam salah satu metode kecerdasan buatan. Dari hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa lulusan dengan masa studi tepat waktu 6 semester jumlahnya 12,16 % dengan IPK lebih baik dari pada lulusan dengan masa studi lebih dari 6 semester, 50 % lulus pada perpanjangan semester pendek dengan IPK cukup bagus, dan sisanya lulus dengan IPK tidak terlalu bagus dengan masa studi lebih dari 7 semester.

Kata kunci : fuzzy, clustering, IPK

Lulusan sebagai output terakhir dari sebuah perguruan tinggi, biasa diberi predikat kelulusan. Dasar dari pemberian predikat adalah indeks prestasi kumulatif (IPK). Klasifikasi predikat kelulusan adalah sebagai berikut: IPK 2,25–2,75 memuaskan, 2,76–3, 50 sangat memuaskan, 3,51–4,0 terpuji. Selain IPK untuk mengukur tingkat keberhasilan lulusan dalam menyerap ilmu pengetahuan adalah lama studi. Semakin tinggi IPK dan semakin kecil lama studi lulusan maka akan semakin baik, sehingga jika IPK dan lama studi dijadikan sebagai dasar klasifikasi, maka dapat mengukur tingkat keberhasilan dan kecepatan lulusan menyelesaikan studinya. Hasil klasifikasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai lulusan suatu program studi atau perguruan tinggi berdasarkan kualitas lulusan. dinyatakan dengan IPK dan lama studi.

Pada umumnya teknik clustering, relasi yang ada diantara suatu objek dengan suatu cluster hanya berada pada 2 kemungkinan. Kemungkinan pertama, suatu objek adalah anggota penuh dari suatu cluster, atau derajat keanggotaan suatu objek terhadap suatu cluster adalah 100%. Kemungkinan kedua, suatu objek

sama sekali bukan anggota dari suatu cluster, atau derajat keanggotaan suatu objek terhadap suatu cluster adalah 0 %. Tidak demikian halnya pada teknik *fuzzy clustering*, pada teknik ini reaksi yang ada diantara suatu objek dengan suatu cluster dimungkinkan pula untuk berada diantara kedua kemungkinan tersebut, artinya relasi suatu objek terhadap suatu cluster dimungkinkan berderajat keanggotaan 0% atau 100% atau bahkan diantaranya.

Artikel ini bertujuan untuk memberikan suatu metode analisis data yang digunakan dalam pengklasifikasian lulusan jurusan Teknik Elektro sesuai dengan IPK dan lama studi. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah Fuzzy clustering dimana metode ini termasuk dalam salah satu metode kecerdasan buatan. Fuzzy clustering merupakan suatu algoritma yang diadopsi dari penalaran manusia sehingga dalam menentukan suatu keputusan diharapkan lebih manusiawi. Logika fuzzy pertama kali ditujukan sebagai suatu metode untuk menangani ketidakpastian dari suatu data. Ketidakpastian merupakan bentuk umum yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Logika Fuzzy

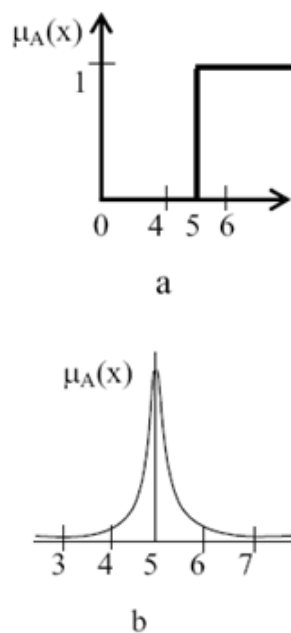
Logika fuzzy pertama kali ditujukan sebagai suatu metode untuk menangani ketidakpastian dari suatu data. Ketidakpastian merupakan bentuk umum yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, dalam dunia nyata sering kali tidak akan pernah mendapatkan sesuatu yang ideal. Persepsi kita terhadap kejadian di dunia nyata banyak diliputi dengan sesuatu yang tidak pasti misalnya penggunaan kata banyak, tinggi, muda dll. Pengungkapan ekspresi dengan kata banyak akan mempunyai perbedaan persepsi antara satu orang dengan orang lain. Begitu pula penggunaan kata tinggi, orang Indonesia dengan tinggi 175 sudah dapat dikatakan tinggi karena sudah di atas rata-rata akan tetapi orang amerika yang mempunyai tinggi 175 akan terlihat biasa saja. Himpunan fuzzy pertama kali di perkenalkan oleh Zadeh pada tahun 1965 sebagai suatu cara untuk menyatakan nilai kekaburan dengan menggunakan bahasa percakapan. Pernyataan yang mengandung ketidakpastian dengan menggunakan kata banyak, muda, tua, tinggi yang dikenal didalam dunia nyata seperti tersebut dalam paragraf di atas kita kenal dengan sesuatu yang kabur atau fuzzy. Karena kita tidak dapat mengatakan bahwa hal tersebut benar-benar salah atau memang benar adanya. Fuzzy diperkenalkan sebagai konsep yang mengadopsi pola pikir manusia yang mempunyai sifat toleransi. Ide dasar fuzzy adalah untuk memperhalus kriteria yang diterapkan oleh himpunan tradisional atau juga dikenal dengan himpunan (tegas). Himpunan non-fuzzy akan mengelompokkan berdasarkan kriteria yang dimiliki tiap-tiap kelompok secara tegas, sebagai contoh apabila X merupakan semesta pembicaraan dimana X adalah bilangan real dan x adalah subset dari X yang beranggotakan angka 1 sampai dengan 10. Apabila muncul angka

11, angka tersebut akan masuk dalam subset lain semisal y yang beranggotakan angka 11 sampai 20.

Dengan kata lain teori himpunan non-fuzzy akan menyatakan keberadaan suatu element dengan dua kondisi yaitu termasuk dalam himpunan atau tidak termasuk dalam himpunan. Fuzzy menggunakan konsep bahwa setiap elemen dalam semesta pembicaraan akan mempunyai derajat keanggotaan untuk dapat masuk ke dalam suatu himpunan. Gambar 1 di bawah ini akan menjelaskan perbedaan himpunan tegas dengan himpunan fuzzy. Gambar 1a. menjelaskan bahwa elemen keanggotaan yang termasuk ke dalam himpunan yang digambarkan melalui gambar 1a adalah elemen yang mempunyai nilai 5. dengan notasi matematika dituliskan. Himpunan tegas secara jelas menyatakan bahwa suatu elemen akan menjadi anggota dari suatu himpunan atau tidak menjadi anggota suatu himpunan dengan ditandai dengan nilai 0 dan 1. Gambar 1b menjelaskan bahwa elemen keanggotaan yang termasuk ke dalam himpunan yang di gambarkan melalui grafik gambar 1b adalah elemen yang mempunyai nilai mendekati 5 dengan notasi matematika dituliskan:

$$\mu_{(A)}x = \begin{cases} 1 & \geq 5 \\ 0 & < 5 \end{cases}$$

Himpunan fuzzy menyatakan bahwa suatu elemen akan menjadi anggota dari suatu himpunan berdasarkan kedekatan nilai terhadap batasan nilai himpunan yang disyaratkan. Kedekatan nilai tersebut kemudian dikenal sebagai derajat keanggotaan ditandai dengan nilai antar 0 sampai dengan 1.



Gambar 1. Perbedaan himpunan tegas dan himpunan Fuzzy

METODE

Fuzzy Clustering

Clustering adalah suatu teknik untuk mengklasifikasikan data ke dalam kelompok-kelompok tertentu yang didasarkan atas kesamaan sifat atau karakter (Valente J:2007) Data yang mempunyai karakteristik yang sama akan dijadikan ke dalam satu kelompok sedangkan data dengan karakteristik berbeda akan masuk atau membentuk kelompok yang lain. pengklasifikasian atau pengelompokan dengan metode tradisional dengan menggunakan teori himpunan cenderung bertolak belakang dengan kejadian dalam kehidupan sehari-hari yang selalu mengandung unsure ketidak pastian dan toleransi. Penggolongan siswa berdasarkan hasil prestasi menjadi salah satu contoh pengelompok-an yang mengandung usur toleransi yang tinggi, sebagai contoh dalam sebuah kelas seorang guru akan mengelompokan siswanya menjadi 3 kelompok besar yaitu pandai, biasa saja, bo-

doh. Pengelompokan dilakukan bersarkan hasil pencapaian nilai pada saat test. Guru tersebut akan mencoba memetakan bahwa siswa yang mempunyai nilai 8 tergolong dalam siswa yang pandai, siswa yang mempunyai nilai antara 6 hingga 8 akan dikelompokan ke dalam siswa yang biasa saja, sedangkan siswa yang mempunyai nilai di bawah 6 akan dikategorikan sebagai siswa bodoh. Pengklasifikasian ini menggunakan batasan yang tegas jika siswa mempunyai nilai diluar standart kelompok tertentu siswa tersebut secara otomatis akan menduduki Himpunan fuzzy menyatakan bahwa suatu elemen akan menjadi anggota dari suatu himpunan berdasarkan kedekatan nilai terhadap batasan nilai himpunan yang disyaratkan. Kedekatan nilai tersebut kemudian di kenal sebagai derajat keang- goataan ditandai dengan nilai antar 0 sampai dengan 1. ing adalah suatu teknik untuk mengklasifikasikan data ke dalam kelompok-kelompok tertentu yang didasarkan atas kesamaan sifat atau karakter (Valente J:2007)

Data yang mempunyai karakteristik yang sama akan dijadikan ke dalam satu kelompok sedangkan data dengan karakteristik berbeda akan masuk atau membentuk kelompok yang lain. pengklasifikasi- kasian atau pengelompokan dengan metode tradisional dengan menggunakan teori himpunan cenderung bertolak belakang dengan kajadian dalam kehidupan sehari-hari yang selalu mengandung unsur ketidakpastian dan toleransi. Penggolong-an siswa berdasarkan hasil prestasi menjadi salah satu contoh pengelompokan yang mengandung usur toleransi yang tinggi, sebagai contoh dalam sebuah kelas seorang guru akan mengelompokan siswanya menjadi 3 kelompok besar yaitu pandai, biasa saja, bodoh. Pengelompokan dilakukan bersarkan hasil pencapaian nilai pada saat test. Guru tersebut akan mencoba memetakan bahwa siswa yang mempunyai nilai 8 tergolong

dalam siswa yang pandai, siswa yang mempunyai nilai antara 6 hingga 8 akan dikelompokkan ke dalam siswa yang biasa saja, sedangkan siswa yang mempunyai nilai di bawah 6 akan dikategorikan sebagai siswa bodoh. Pengklasifikasian ini menggunakan batasan yang tegas jika siswa mempunyai nilai diluar standart kelompok tertentu siswa tersebut secara otomatis akan menduduki kelompok lain sesuai dengan kesamaan yang dimiliki.

Kenyataannya akan terasa sulit untuk membuat jastifikasi terhadap siswa yang mempunyai nilai 7,95. Secara tegas siswa tersebut akan berada pada kelompok siswa dengan kategori biasa saja. Akan tetapi pada kasus ini tidak dapat kita katakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 adalah biasa saja karena selisih nilai 7,95 dengan 8 hanya 0,05. Sifat pemikiran manusia pasti akan mengatakan bahwa siswa tersebut adalah siswa pandai, hanya saja karena dilakukan dengan penggolongan yang mengacu kepada himpunan tegas maka siswa tersebut tergolong biasa saja. Himpunan fuzzy akan menyatakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 akan mempunyai derajat keanggotaan 0,9. Nilai 0,9 menyatakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 mempunyai peluang untuk dapat masuk ke dalam himpunan siswa pandai dengan derajat keanggotaan 0,9 maka dengan menggunakan konsep fuzzy siswa tersebut akan dapat menjadi anggota dari himpunan siswa pandai.

Langkah-langkah di bawah ini adalah algoritma yang dikembangkan untuk dapat melakukan klasifikasi yang didasarkan atas logika fuzzy:

1. Urutkan data yang akan di *cluster* dari urutan kecil ke besar.
2. Tentukan jarak maksimal pemisah antar *cluster*
3. Hitung jarak antar data dengan metode *absolute distance*
4. Kembali ke langkah 2 dan 3 untuk mendapatkan jumlah yang di inginkan.

Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) (Kusumadewi 2004):

1. Input data yang akan di cluster X, berupa matrik berukuran $n \times m$ (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X = data sampel ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$).
2. Tentukan jumlah cluster, pangkat, maksimum iterasi, error terkecil yang diharapkan, fungsi Obyektif awal, iterasi awal.

3. Bangkitkan bilangan random u_i , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen elemen matriks partisi awal U . Hitung jumlah setiap kolom (atribut):

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}, \text{ dengan } j=1, 2, \dots, m$$

$$\text{Hitung } U_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j}$$

4. Hitung pusat ke- k : V_{kj} , dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w \cdot X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

5. Hitung fungsi Obyektif pada iterasi ke- t , P_t :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left| \left(\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right)^{\frac{-1}{w-1}} (\mu_{ik})^w \right|$$

6. Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left| \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right|^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left| \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right|^{\frac{-1}{w-1}}}$$

Dengan $i=1, 2, 3, \dots, n$; dan $k=1, 2, 3, \dots, c$

7. Cek kondisi berhenti :

Jika : $(|P_t - P_{t-1}| < X)$ atau $(t > \text{MaksIterasi})$ maka berhenti. Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi langkah ke 4

HASIL dan PEMBAHASAN

Pengklasifikasian dengan Fuzzy Clustering

Pada artikel ini penulis mencoba menggambarkan karakteristik lulusan D3 Teknik Elektro UM. Masing-masing lulusan memiliki dua variable yaitu IPK dan lama studi seperti tampak pada tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Data Lulusan D3 T.Elektro UM

No	IPK	LAMA STUDI	No	IPK	LAMA STUDI
1	3,56	6,5	38	3,39	6,5
2	2,99	6,5	39	3,3	6,5
3	3,51	6,5	40	3,02	6,5
4	3,12	7,5	41	3,57	6
5	3,52	6,5	42	3,34	6,5
6	3,31	6,5	43	3,1	6,5
7	3,17	7	44	3,14	7
8	3,1	6,5	45	3,26	6,5
9	2,84	7	46	3,13	6,5
10	3,36	7	47	3,41	6,5
11	3,34	6,5	48	3,19	6,5
12	3,24	6,5	49	2,84	6,5
13	3,23	6,5	50	3,01	6,5
14	2,94	6,5	51	3,18	6,5
15	3,18	7	52	3,23	6,5
16	2,89	6,5	53	3,17	6,5
17	2,88	8	54	2,59	10,5
18	3,16	6,5	55	2,87	10,5
19	3,35	6,5	56	3,17	7,5
20	3,11	7	57	3,05	7,5
21	3,1	7	58	2,76	8
22	3,23	7	59	2,96	7,5
23	3,17	6,5	60	3,05	7,5
24	2,94	6,5	61	3,5	8,5
25	3,48	6,5	62	2,89	7,5
26	2,84	7	63	2,95	8
27	3,01	6,5	64	2,91	9
28	2,78	8	65	3,25	6
29	3,28	6	66	2,88	7,5
30	3,38	6,5	67	3	7,5
31	3,48	6	68	2,92	8,5
32	3,54	6	69	2,86	7,5
33	3,24	6,5	70	2,98	7,5
34	3,22	6	71	2,78	6,5
35	3,43	6	72	3,12	6,5
36	3,19	7	73	3,12	6
37	3,47	6	74	3,42	6,5

Keterangan:

NO : no urut lulusan D3 Teknik Elektro UM

IPK : Indek Prestasi Kumulatif

Lama Studi dalam semester.

Data dari 74 lulusan D3 Teknik Elektro UM diklasifikasikan dalam 5 ke-

lompok, pembagian 5 kelompok berdasarkan intuisi. Pengklasifikasian dengan metode fuzzy clustering yang direalisasikan dengan program matlab menghasilkan 5 cluster seperti tampak pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Tabel pusat cluster dari 5 kelompok

Pusat	IPK	Lama Studi	Jumlah
Cluster 1	3.1900	6.5229	50%
Cluster 2	3.3774	6.0526	12,16%
Cluster 3	2.7344	10.4718	2,70%
Cluster 4	3.0176	7.3995	25,68%
Cluster 5	2.9249	8.1900	9,46%

Penentuan persentase jumlah lulusan pada tiap cluster dengan melihat kelima derajat keanggotaan dari masing-masing lulusan, secara rinci dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Derajat keanggotaan lulusan

No	K1	K2	K3	K4	K5
1	0,567	0,3337	0,0047	0,0706	0,0239
2	0,8458	0,0978	0,0022	0,0423	0,012
3	0,6215	0,2938	0,0039	0,0608	0,02
4	0,02	0,0089	0,0021	0,9317	0,0373
5	0,6097	0,3026	0,0041	0,0629	0,0208
6	0,9128	0,0666	0,0008	0,0152	0,0045
7	0,3755	0,091	0,007	0,4684	0,058
8	0,9568	0,0297	0,0005	0,0101	0,0029
9	0,2939	0,0867	0,0085	0,5385	0,0723
10	0,4179	0,1194	0,0086	0,3873	0,0668
11	0,8707	0,0995	0,0012	0,022	0,0066
12	0,9818	0,0136	0,0002	0,0035	0,001
13	0,9872	0,0095	0,0001	0,0025	0,0007
14	0,791	0,1273	0,0032	0,0611	0,0174
15	0,3788	0,0921	0,007	0,4639	0,0582
16	0,7387	0,1527	0,0042	0,081	0,0234
17	0,0148	0,0083	0,0055	0,0887	0,8827
18	0,992	0,0057	0,0001	0,0017	0,0005
19	0,8556	0,1113	0,0014	0,0243	0,0074
20	0,3554	0,0858	0,0068	0,4947	0,0573
21	0,352	0,0851	0,0068	0,4987	0,0574
22	0,3937	0,0982	0,0073	0,4409	0,0598
23	0,9948	0,0038	0,0001	0,0011	0,0003
24	0,791	0,1273	0,0032	0,0611	0,0174
25	0,6595	0,2649	0,0034	0,0546	0,0176
26	0,2939	0,0867	0,0085	0,5385	0,0723
27	0,8677	0,0852	0,0018	0,0353	0,01
28	0,0205	0,0116	0,0079	0,1156	0,8444
29	0,0414	0,95	0,0006	0,0057	0,0024
30	0,8089	0,148	0,0018	0,0315	0,0097
31	0,0355	0,9556	0,0006	0,0058	0,0025
32	0,0674	0,9142	0,0013	0,012	0,0052

33	0,9818	0,0136	0,0002	0,0035	0,001
34	0,0896	0,8919	0,0012	0,0123	0,005
35	0,0164	0,9798	0,0003	0,0025	0,0011
36	0,3819	0,0932	0,0071	0,4593	0,0585
37	0,031	0,9613	0,0005	0,005	0,0021
38	0,7931	0,1605	0,002	0,0339	0,0105
39	0,9255	0,0567	0,0007	0,0132	0,0039
40	0,8786	0,0788	0,0016	0,0319	0,009
41	0,085	0,8908	0,0017	0,0157	0,0068
42	0,8707	0,0995	0,0012	0,022	0,0066
43	0,9568	0,0297	0,0005	0,0101	0,0029
44	0,3655	0,0882	0,0069	0,4819	0,0575
45	0,9673	0,0245	0,0003	0,0061	0,0018
46	0,978	0,0154	0,0003	0,0049	0,0014
47	0,7617	0,1852	0,0023	0,0387	0,0121
48	0,9969	0,0022	0	0,0006	0,0002
49	0,6903	0,1736	0,0054	0,101	0,0297
50	0,8677	0,0852	0,0018	0,0353	0,01
51	0,9964	0,0026	0	0,0007	0,0002
52	0,9872	0,0095	0,0001	0,0025	0,0007
53	0,9948	0,0038	0,0001	0,0011	0,0003
54	0,0013	0,0011	0,9915	0,0022	0,0039
55	0,0012	0,0009	0,9923	0,002	0,0036
56	0,0313	0,014	0,0033	0,8958	0,0557
57	0,011	0,0049	0,0012	0,9611	0,0218
58	0,0223	0,0126	0,0086	0,1235	0,833
59	0,0127	0,0056	0,0014	0,9534	0,0268
60	0,011	0,0049	0,0012	0,9611	0,0218
61	0,0679	0,0453	0,0608	0,1884	0,6375
62	0,0231	0,0103	0,0027	0,9134	0,0505
63	0,0145	0,0082	0,0053	0,0888	0,8833
64	0,0609	0,0425	0,1724	0,1472	0,577
65	0,0633	0,9235	0,0009	0,0087	0,0036
66	0,025	0,0112	0,003	0,9058	0,055
67	0,0101	0,0045	0,0011	0,9634	0,0208
68	0,0211	0,0136	0,0214	0,0689	0,875
69	0,0292	0,0132	0,0035	0,8894	0,0647
70	0,0111	0,0049	0,0012	0,9597	0,0231
71	0,6383	0,1932	0,0068	0,1243	0,0374
72	0,9717	0,0198	0,0003	0,0064	0,0018
73	0,1907	0,7687	0,0026	0,027	0,011
74	0,7462	0,1974	0,0025	0,0411	0,0129

Keterangan:

NO : no urut lulusan

K1 : derajat keanggotaan untuk cluster 1

K2 : derajat keanggotaan untuk cluster 2

K3 : derajat keanggotaan untuk cluster 3

K4 : derajat keanggotaan untuk cluster 4

K5 : derajat keanggotaan untuk cluster 5

Cara pengklasifikasian misal untuk lulusan no 1 memiliki 5 derajat keanggotaan. Dari 5 derajat keanggotaan nilai yang paling besar pada K1, berarti lulusan tersebut masuk pada kelompok yang memiliki pusat cluster 3.1900 6.5229 yang berarti IPK berkisar 3,19 dan lama studi berkisar 6,5 semester. Begitu seterusnya sampai lulusan ke 74, sehingga mendapatkan per-

sentase jumlah per kelompok seperti tampak pada tabel 2 di atas.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lulusan dengan masa studi tepat waktu 6 semester jumlahnya 12,16 % dengan IPK lebih baik dari pada lulusan dengan masa studi lebih dari 6 semester, 50 % lulus pada perpanjangan semester pendek dengan IPK cukup bagus, dan sisanya lulus dengan IPK tidak terlalu bagus dengan masa studi lebih dari 7 semester.
2. Untuk menyederhanakan pengklasifikasian, jumlah kelompok bisa dikurangi tetapi akan berakibat mengurangi ketelitian dalam pengklasifikasian lulusan.

DAFTAR RUJUKAN

- Kusumudewi S. 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Andi Offset.
- Sato, Mika Ilic dan Lakhmi C. Jain 2006, *Innovations in Fuzzy Clustering Theory and Applications*, . New York: Springer.
- Tsuen-Ho Hsu. 2000, *An Application of Fuzzy Clustering in Group-Positioning Analysis*, Proc. Natl. Sci, Counc. ROC(C) Vol. 10, No. 2, 2000. pp. 157167.
- Valente J. D Olivera, Witold Pedrycz. 2007, *Advances in Fuzzy Clustering and Its Applicatio*., England: John Willey and Son Inc.